

В.В. Ходячий, аспірант, доц. Нікітін О.К.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОГЛЯД СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ І ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Анотація. В даній статті наведений огляд сипких матеріалів і їх класифікація, наведені основні фізичні і хімічні властивості сипких матеріалів. Приведені основні формули розрахунку умовного діаметру і насипної щільності сипкого матеріалу. Визначення вологості сипкого матеріалу, і методи за допомогою яких можна визначити її. Також в статті, були розібрані такі поняття, як адгезія і плинність сипкого матеріалу.

Ключові слова: сипкий матеріал, класифікація сипких матеріалів, вологість, плинність, насипна щільність, методи вимірювання вологості.

ВСТУП

Під поняттям сипучого матеріалу розуміють дисперсну систему, що складається з довільної форми твердих частинок, які знаходяться в контакті між собою. [1] Сипкий матеріал можна характеризувати по його розмірам і формою, хімічними і фізичними властивостями, вологістю, плинністю сипких матеріалів. Існують велика різноманітність сипких матеріалів наприклад такі як: мука, зерно, цукор, крупа, руда, вугілля і так далі.

Сипкі матеріали дуже рідко складається з частинок однакового розміру і однакової форми. Для визначення лінійного розміру частинок, використовують умовний діаметр d_i , який розраховується, після вимірю довжини, ширини і висоти однієї частинки сипучого матеріалу, за формулою як середнє арифметичне значення:

$$d_i = \frac{lbh}{3}, \quad (1)$$

або як середнє геометричне значення:

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{lbh}{3}}, \quad (2)$$

де h – висота частинки, l – довжина частинки, b – ширина частинки сипучого матеріалу [2 – 3].

Зазвичай величина d_i змінюється від мінімального значення d_{\min} до максимального d_{\max} . Відношення мінімального до максимального значення, в деяких сипких матеріалів, може сягати більше 1000. Залежно від максимального розміру (d_{\max}) частинок сипучого матеріалу, їх розрізняють на:

- пило – подібні ($d_{\max} < 0,05$ мм);
- порошково – подібні ($d_{\max} = 0,05 \dots 0,5$ мм);
- дрібно – зернисті ($d_{\max} = 0,5 \dots 2$ мм);
- грубо- зернисті ($d_{\max} = 2 \dots 10$ мм);
- кускові ($d_{\max} > 10$ мм).

Для встановлення гранулометричного складу сипких матеріалів застосовують такі методи як: ситового аналізу, електрокласифікації, кондуктометричний, телевізійний, метод прямого виміру, метод фільтрації і метод розділення в полі відцентрових сил. [2]

Наступний параметром який ми розглянемо є об'ємна маса сипучого матеріалу, і як її ще називають насипна щільність (ρ_n). Насипна щільність називають маси сипкого матеріалу, що знаходиться в одиниці займаного ним

обсягу.[5] Величина ρ_n сипкого матеріалу залежить від вологості, від форм і розмірів частинок і від щільності укладання частинок в потоці. Цей параметр постійно змінюється незалежно від того, чи сипкий матеріал перебуває в стані спокою, чи він рухається в потоці. Насипну щільність необхідний параметр при визначенні тиску на стінки бункера, на розміри бункерів і витрату енергії на перемішування сипких матеріалів в бункерах.

При розрахуванні насипної щільності, завжди потрібно зазначати при яких середніх розмірах частинок сипкого матеріалу вона була отримана. За насипною щільністю сипучі матеріали можна розділити на:

- вельми важкі (більше 2000 кг/м³);
- важкі (від 1100 до 2000 кг/м³);
- середні (від 600 до 1000 кг/м³);
- легкі (до 60 кг/м³).

Для розрахування насипної щільності сипкого матеріалу існують спеціальні прилади для її визначення, і для визначення використовують формулу:

$$\rho_n = \frac{G_1 - G^3}{V}, \quad (3)$$

де G_1 і G - вага мірна ємність з матеріалом і без нього, кг;

V - внутрішній об'єм мірна ємність, м³ [2].

Один з найважливіших параметрів сипких матеріалів є вологість. Вологість впливає на багато властивостей сипучих матеріалів, такі як: тертя між частинками сипкого матеріалу і між стінками бункера, щільність, плинність, злипання сипких матеріалів. [4] Якщо вологість сипких матеріалів збільшується, це погіршую характеристику витоків сипкого матеріалу. Сипучий матеріал з підвищеною вологістю характеризується великими силами зчеплення частинок, що спричиняє утворення грудок і статичних склепінь над отвором воронки бункера. Витік такого матеріалу з отвору ємності вкрай тяжкий. [6]

Методи визначення вологості сипких матеріалів можна розділити на прямі і непрямі.

Прямі методи засновані на безпосередньому вимірі ваги вологи і ваги сухої речовини. До прямого метода належать: карбідний метод, метод висушування, екстракційний метод.

Непрямі методи надають змогу судити про вологість сипких матеріалів, шляхом вимірювання функціонально пов'язаних з нею величин. До непрямих методів відносяться: електричний, оптичний, калориметричний, механічний, ультразвуковий. [7]

Найбільш точний метод для визначення вологості сипкого матеріалу є метод висушування, при якому спочатку міряють вагу сипкого матеріалу, потім за допомогою повітряно-теплової сушки, висушують сипкий матеріал, і після цього роблять зважування його. Але цей метод потребує багато часу для визначення кількості вологи, і зазвичай використовують такий метод як оптичний, який заснований на вимірі потоку випромінювання після взаємодії

сипкого матеріалу з контрольованою речовиною. Такі прилади як аналізатори типу Берег та Донець дають змогу це зробити. [7]

Плинністю сипучих матеріалів називають здатність їх виходити з тією чи іншою швидкістю з отворів бункерів чи чогось іншого. Плинність залежить від форми сипкого матеріалу, його розмірів часток, вологості, коефіцієнту внутрішнього тертя і т.д. Від плинності сипкого матеріалу залежить багато параметрів на виробництві, так як від неї залежить тривалість операцій заповнення і спорожнення бункерів, змішування сипкого матеріалу. Також плинність визначає багато конструктивних особливостей з якими взаємодіє сипкий матеріал. [4]

Адгезія – здатність часток сипкого матеріалу прилипати до твердих поверхонь. При конструюванні бункерів, транспортних ліній, різних пристроїв з яким взаємодіє сипкий матеріал, потрібно враховувати цю характеристику сипкого матеріалу.

ВИСНОВКИ

В даній статі був проведений огляд по темі сипкого матеріалу. Було визначено, що таке сипкий матеріал розібранні основні характеристики його, такі як: умовний діаметр окремих частинок сипкого матеріалу; насипна щільність; вологість; плинність; адгезія.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гусев Ю. И. Химическое машиностроение и аппаратостроение / Ю. И. Гусев, И. Н. Карасев, Э. Э. Кольман-Иванов. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
2. Хайлис Г. А. Механіка рослинних матеріалів / Г. А. Хайлис. – Киев: УААН, 1994. – 332 с.
3. Шубин И. Н. Технологічні машини і обладнання. Сипучі матеріали і їх властивості: Навч. посібник./ И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, В. П. Таров. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 76 с.
4. Андрианов Е. И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. / Е. И. Андрианов. – М.: Химия, 1982. – 256 с.
5. Навчально-методичний посібник до виконання контрольних робіт і самопідготовки студентів біологічного факультету напряму “хімія” денної форм навчання / Укладачі: Л.О.Омельянчик, Л.О.Гаврилова, Н.П. Лашко, Ю.В.Карпенко. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013– 89 с.
6. Рогинский Г. А. Дозирование сыпучих материалов / Г. А. Рогинский. – М.: Химия. – 176 с.
7. Макаров Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.